

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова»  
Институт естественных наук

Принято

Ученым советом Института естественных наук  
СВФУ

Протокол № 2  
«19» октября 2016 г.



Утверждаю

Директор Института  
А.Н.Николаев

\_\_\_\_\_ 2016 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ХИМИИ**

(Для поступающих по направлениям: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» на базе среднего профессионального образования профильной направленности)

**ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА: СОБЕСЕДОВАНИЕ**

Якутск 2016

## Содержание

1. Разработчики .....	3
2. Форма проведения вступительного экзамена .....	3
3. Требования к уровню подготовки абитуриентов.....	3
5. Оценивание .....	8
6. Рекомендуемая литература для подготовки к экзамену.....	9
7. Образец вопросов по фундаментальной и прикладной химии .....	19

## 1. Разработчики

Охлопкова А.А., д.т.н., заведующий кафедры Высокмолекулярных соединений и органической химии ИЕН СВФУ

Спиридонов А.М., старший преподаватель кафедры Высокмолекулярных соединений и органической химии ИЕН СВФУ

## 2. Форма проведения вступительного экзамена

Вступительные испытания по фундаментальной и прикладной химии проводятся по материалам, разработанным предметной экзаменационной комиссией **в форме вопросов как собеседование**. Все вступительные испытания оцениваются по 100-балльной шкале.

## 3. Требования к уровню подготовки абитуриентов

Абитуриент, сдающий экзамен по химии должен продемонстрировать знание основных теоретических вопросов химии и умение применять их для решения конкретных химических задач. При ответах на вопросы теста экзаменуемый должен:

- знать основные законы и понятия химии.
- уметь давать сравнительную характеристику элементов по группам и периодам Периодической системы Д. И. Менделеева;
- знать конкретные физические и химические свойства простых веществ и однотипных соединений элементов;
- уметь анализировать зависимость свойств веществ от их состава и строения;
- на основании теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова экзаменуемый должен уметь давать характеристику каждого класса органических соединений: особенностей электронного и пространственного строения, закономерностей изменения свойств в гомологическом ряду, а также знать номенклатуру, виды изомерии, химические свойства;
- уметь решать типовые и комбинированные задачи по основным разделам химии

### Пояснительная записка

Программа составлена на основании Примерной программы по химии для основного и среднего (полного) общего образования (базовый уровень), Кодификатора элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по химии, подготовленного Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ», 2013 г.

### ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

1. Предмет и задачи химии. Явления химические и физические. Взаимосвязь химии с другими естественными дисциплинами. Химия и медицина.
2. Основные положения атомно-молекулярного учения. Вещества с молекулярным и немоллекулярным строением. Атомы, молекулы, ионы.
3. Относительная атомная и относительная молекулярная масса. Моль. Количество вещества. Молярная масса.
4. Химические превращения. Закон сохранения массы и энергии. Закон постоянства состава вещества. Стехиометрия.

5. Закон Авогадро и следствия из него. Молярный объем газа. Нормальные условия. Абсолютная и относительная плотность газа. Средняя молярная масса газовой смеси. Объемные соотношения газов при химических реакциях. Уравнение Клайперона-Менделеева.

6. Химический элемент. Строение ядер атомов химических элементов. Изотопы. Стабильные и нестабильные ядра. Радиоактивные превращения, деление ядер и ядерный синтез. Период полураспада.

7. Простое вещество, сложное вещество. Явления аллотропии и изомерии. Знаки химических элементов и химические формулы. Валентность и степень окисления атома.

8. Строение электронных оболочек атомов. Энергетические уровни и подуровни, атомные орбитали. Квантовые числа. Спаренные и неспаренные электроны. Основные закономерности размещения электронов в атомах элементов малых и больших периодов. Электронные конфигурации атомов в основном и возбужденном состояниях, принцип Паули, правило Хунда. s-, p-, d- и f-элементы.

9. Открытие Д.И. Менделеевым периодического закона и создание периодической системы элементов. Современная формулировка периодического закона. Причины периодичности свойств элементов. Значение периодического закона. Периоды, группы и подгруппы в периодической системе. Связь свойств элементов и их соединений с положением в периодической системе. Металлы и неметаллы.

10. Типы химических связей: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая, водородная (межмолекулярная и внутримолекулярная).  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Механизмы образования ковалентной связи (с использованием неспаренных электронов и по донорно-акцепторному типу). Энергия связи. Потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Валентные возможности атома.

11. Модель гибридизации орбиталей. Связь электронной структуры молекул с их геометрическим строением (на примере соединений элементов 2-го периода).

12. Кристаллические и аморфные вещества. Основные типы кристаллических решеток.

13. Классификация химических реакций по различным признакам: по изменению степеней окисления атомов, по числу и составу исходных и образующихся веществ, по типу разрыва ковалентных связей (по механизму), по тепловому эффекту, по признаку обратимости.

14. Окислительно-восстановительные реакции. Процессы восстановления и окисления. Восстановители и окислители.

15. Тепловой эффект химической реакции. Теплота образования и теплота сгорания вещества. Термохимические уравнения реакций. Тепловые эффекты при растворении различных веществ в воде.

16. Скорость химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ, концентрации, температуры, поверхности соприкосновения. Кинетическое уравнение реакции, константа скорости. Катализ и катализаторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Ингибиторы. Ферменты как биокатализаторы.

17. Химическое равновесие. Константа равновесия, степень превращения. Смещение положения химического равновесия под влиянием различных факторов: концентрации реагирующих веществ, давления, температуры. Принцип Ле-Шателье.

18. Растворы. Растворы концентрированные и разбавленные, насыщенные и ненасыщенные. Зависимость растворимости веществ от их природы, от давления и температуры. Процессы, происходящие при растворении различных веществ в воде. Коэффициент растворимости. Способы выражения состава раствора (массовая доля, молярная концентрация). Коллоидные системы, причины их устойчивости. Коагуляция. Грубодисперсные системы (суспензии и эмульсии).

19. Электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Ионные уравнения реакций. Условия протекания химических реакций в растворах электролитов. Свойства кислот, оснований и солей в свете теории электролитической диссоциации.

20. Основные классы неорганических веществ.

21. Оксиды, классификация оксидов. Способы получения оксидов. Их физические и химические свойства.

22. Основания, их классификация, способы получения и химические свойства. Щелочи. Амфотерные гидроксиды.

23. Кислоты, их классификация, способы получения, физические и химические свойства.

24. Соли, их классификация, номенклатура, способы получения и химические свойства. Гидролиз солей. Кристаллогидраты.

25. Металлы, их положение в периодической системе. Общие физические и химические свойства металлов. Электрохимический ряд напряжения металлов. Сплавы. Коррозия металлов и ее предупреждение. Основные способы получения металлов.

26. Щелочные металлы, их общая характеристика. Нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Важнейшие соединения щелочных металлов, их применение. Гидроксиды натрия и калия, их получение, свойства и применение. Калийные удобрения.

27. Общая характеристика элементов главной подгруппы II группы периодической системы, их оксиды и гидроксиды. Кальций, его нахождение в природе, получение, физические и химические свойства. Важнейшие соединения кальция, их получение, свойства и применение. Жесткость воды и способы ее устранения.

28. Алюминий. Нахождение в природе, получение, физические и химические свойства, применение. Оксид, гидроксид и соли алюминия. Комплексные соединения алюминия. Представления об алюмосиликатах.

29. Металлы побочной подгруппы VIII группы (железо, никель, платина). Их электронное строение. Железо, его нахождение в природе, получение, физические и химические свойства, применение. Оксиды, гидроксиды и соли железа, их получение и свойства. Никель и платина, их физические и химические свойства, применение.

30. Металлы побочных подгрупп (медь, цинк, титан, хром, марганец). Их электронное строение, нахождение в природе, получение, физические и химические свойства. Оксиды, гидроксиды и соли этих элементов.

31. Водород, его общая характеристика, нахождение в природе. Изотопы водорода. Способы получения водорода в лаборатории и в промышленности, физические и химические свойства, применение.

32. Галогены, их общая характеристика. Соединения галогенов в природе. Получение галогенов. Применение галогенов и их соединений. Хлор. Получение хлора в лаборатории и в промышленности. Его физические и химические свойства. Получение, свойства и применение хлороводорода, соляной кислоты и ее солей. Соединения с положительными степенями окисления хлора.

33. Общая характеристика элементов главной подгруппы VI группы периодической системы. Сера, ее нахождение в природе, получение, аллотропия, физические и химические свойства, применение. Оксиды серы, их получение и свойства. Сероводород и сульфиды, их получение и свойства. Серная кислота, ее электронное строение, получение, физические и химические свойства, применение. Соли серной кислоты. Сернистая кислота и ее соли.

34. Кислород. Его нахождение в природе. Аллотропия кислорода. Получение и свойства озона. Получение кислорода в лаборатории и в промышленности. Его физические и химические свойства. Роль кислорода в природе, его применение.

35. Вода. Строение молекулы воды и иона гидроксония. Физические и химические свойства воды. Пероксиды водорода и металлов, их получение и свойства.

36. Общая характеристика элементов главной подгруппы V группы периодической системы. Фосфор, его нахождение в природе, получение. Аллотропия фосфора, физические и химические свойства, применение. Фосфиды и фосфин. Оксиды фосфора (III) и (V). Галогениды фосфора. Орто-, мета- и дифосфорная кислоты. Их получение и химические свойства. Соли фосфорной кислоты. Фосфорные удобрения.

37. Азот, его общая характеристика, нахождение в природе, получение. Электронное строение молекулы азота. Физические и химические свойства азота. Нитриды. Аммиак, строение его молекулы, получение, физические и химические свойства, применение. Оксиды азота и азотная кислота. Строение молекулы азотной кислоты, ее получение и химические свойства, применение. Свойства солей азотной кислоты. Азотные удобрения.

38. Общая характеристика элементов главной подгруппы IV группы периодической системы элементов. Кремний, его нахождение в природе, получение, физические и химические свойства, применение. Оксид кремния(IV) и кремниевая кислота, их химические свойства. Соли кремниевой кислоты.

39. Углерод. Его общая характеристика, нахождение в природе. Аллотропия углерода. Получение углерода, его физические и химические свойства, применение. Оксиды углерода и угольная кислота. Их получение и свойства. Соли угольной кислоты, их получение, свойства и применение.

40. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы.

41. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Зависимость свойств органических соединений от их строения. Виды изомерии. Электронная природа химических связей в органических соединениях. Типы разрыва ковалентной связи при реакциях органических соединений. Свободные радикалы.

42. Гомологический ряд предельных углеводородов (алканов). Их электронное строение, изомерия, номенклатура. Конформации. Способы получения алканов, их физические и химические свойства, применение.

43. Циклоалканы, их строение, изомерия, номенклатура. Способы получения и химические свойства циклоалканов.

44. Этиленовые углеводороды (алкены). Их электронное строение, изомерия, номенклатура. Геометрическая изомерия. Получение, физические и химические свойства алкенов. Правило Марковникова. Применение алкенов.

45. Алкадиены. Электронное строения, изомерия, номенклатура. Получение, химические свойства и применение алкадиенов.

46. Алкины. Электронное строение, изомерия, номенклатура. Кислотные свойства алкинов. Способы получения, физические и химические свойства алкинов. Применение.

47. Ароматические углеводороды (арены). Электронное строение молекулы бензола. Изомерия и номенклатура гомологов бензола. Получение бензола и его гомологов. Химические свойства ароматических углеводородов. Ориентирующее действие заместителей в бензольном кольце. Взаимное влияние атомов в молекуле на примере толуола. Стирол. Применение ароматических углеводородов.

48. Галогенопроизводные различных классов углеводородов. Их способы получения и химические свойства.

49. Природные источники углеводородов: нефть, природный и попутный газ, уголь. Процессы, протекающие при их переработке.

50. Спирты. Их классификация, изомерия, номенклатура. Электронное строение молекулы этилового спирта. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов, способы их получения, физические и химические свойства, применение. Многоатомные спирты, способы их получения, химические свойства и применение.

51. Фенолы. Электронное строение фенола. Способы получения фенола, его физические и химические свойства. Взаимное влияние атомов в молекуле фенола. Сравнение свойств фенола со свойствами спиртов. Применение фенола.

52. Простые эфиры, их строение и методы получения.

53. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны. Электронное строение карбонильной группы. Изомерия и номенклатура альдегидов, их способы получения, физические и химические свойства. Применение.

54. Карбоновые кислоты. Электронное строение карбоксильной группы. Зависимость силы карбоновых кислот от строения органического радикала. Номенклатура и изомерия одноосновных карбоновых кислот. Способы получения карбоновых кислот, их физические и химические свойства. Применение. Ненасыщенные карбоновые кислоты (акриловая, метакриловая). Щавелевая кислота.

55. Сложные эфиры, их строение и номенклатура. Получение сложных эфиров, их физические и химические свойства, применение. Жиры как представители сложных эфиров, их роль в природе, переработка жиров. Карбоновые кислоты, входящие в состав жиров (стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая). Мыла и другие моющие средства.

56. Нитросоединения. Нитрометан и нитробензол.

57. Углеводы. Классификация углеводов. Моносахариды (глюкоза, фруктоза, рибоза и дезоксирибоза), их строение. Циклические формы моносахаридов. Физические и химические свойства глюкозы, ее применение. Дисахариды: целлобиоза, мальтоза и сахароза, их строение и свойства. Полисахариды (крахмал и целлюлоза). Их строение, нахождение в природе, биологическая роль, химические свойства и применение. Декстрины.

58. Амины, их электронное строение, изомерия, номенклатура. Получение аминов, физические и химические свойства. Амины как органические основания. Сравнение основных свойств различных аминов и аммиака. Проявление взаимного влияния атомов в молекуле анилина.

59. Гидроксикислоты. Молочная кислота. Оптическая изомерия.

60. Аминокислоты. Их изомерия и номенклатура. Получение, физические и химические свойства аминокислот.  $\alpha$ -Аминокислоты, входящие в состав белков (глицин, аланин, валин, фенилаланин, тирозин, серин, цистеин, глутаминовая кислота, лизин, триптофан). Пептиды. Первичная, вторичная и третичная структура белка. Свойства белков.

61. Азотсодержащие гетероциклические соединения. Пиридин, пиррол, пиримидин, пурин. Азотистые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот (урацил, тимин, цитозин, аденин, гуанин). Нуклеозиды и нуклеотиды, их строение. Строение нуклеиновых кислот.

62. Общие понятия химии высокомолекулярных соединений: мономер, полимер, структурное звено, степень полимеризации, стереорегулярность полимера. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры, получаемые реакцией полимеризации (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат). Каучуки. Природный и синтетические каучуки. Вулканизация каучуков. Полимеры, получаемые по реакции поликонденсации. Фенолформальдегидные смолы. Синтетические волокна капрон и лавсан. Искусственные волокна (ацетатный шелк). Биополимеры.

63. Качественные реакции на различные классы органических веществ.

64. Расчет молярной массы вещества исходя из его формулы или относительной и абсолютной плотности (для газов).

65. Расчет количества вещества исходя из его массы или объема (для газов).

66. Приведение объема газа к нормальным условиям.

67. Определение массовых долей элементов в веществе, исходя из его формулы.

68. Определение формулы вещества на основании данных элементного анализа.

69. Расчет состава раствора (массовых долей растворенных веществ или их молярных концентраций).

70. Стехиометрические расчеты по уравнениям химических реакций в молях (в объемах для реакций с участием газов).

71. Нахождение коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.

72. Простейшие термохимические расчеты.

73. Определение скорости химической реакции по изменению количества вещества за определенный интервал времени, по кинетическому уравнению реакции, пересчет скорости реакции при изменении температуры (по уравнению Вант-Гоффа).

## **5. Оценивание**

### **Критерии оценки**

Результаты экзамена в форме собеседования по фундаментальной и прикладной химии оцениваются по 100-балльной шкале.



## 6. Рекомендуемая литература для подготовки к экзамену

1. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. – М.: Экзамен
2. Хомченко Г.П. Пособие по химии для поступающих в вузы. – М.: Новая волна, 2002.
3. Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Химия. 8-11 классы. – М.: Просвещение, 2008.
4. Хомченко Г.П. Сборник задач и упражнений по химии для средней школы. – М.: Новая волна.
5. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В. Сборник задач и упражнений по химии. – М.: Экзамен
6. Пузаков С.А., Попков В.А. Пособие по химии для поступающих в ВУЗы. Вопросы, упражнения, задачи. Образцы экзаменационных билетов. – М.: Высшая школа, 2009.
7. Белавин И.Ю. Решение задач по химии. – М.: РГМУ, 2006.
8. Лёвкин А.Н., Кузнецова Н.Е. Задачник по химии. 11 класс. – М.: Вентана-Граф.

### ПРОГРАММА КУРСА ХИМИИ ДЛЯ 8—11 КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

#### 8 КЛАСС

Химия — наука о веществах, их свойствах и превращениях.

Понятие о химическом элементе и формах его существования: свободных атомах, простых и сложных веществах. Превращения веществ. Отличие химических реакций от физических явлений. Роль химии в жизни человека. Хемофилия и хемофобия. Краткие сведения из истории возникновения и развития химии. Период алхимии. Понятие о философском камне. Химия в XVI в. Развитие химии на Руси. Роль отечественных ученых в становлении химической науки — работы М. В. Ломоносова, А. М. Бутлерова, Д. И. Менделеева. Химическая символика. Знаки химических элементов и происхождение их названий. Химические формулы. Индексы и коэффициенты. Относительные атомная и молекулярная массы. Расчет массовой доли химического элемента по формуле вещества.

Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, ее структура: малые и большие периоды, группы и подгруппы (главная и побочная). Периодическая система как справочное пособие для получения сведений о химических элементах. Атомы химических элементов. Атомы как форма существования химических элементов. Основные сведения о строении атомов. Доказательства сложности строения атомов. Опыты Резерфорда. Планетарная модель строения атома. Состав атомных ядер: протоны и нейтроны. Относительная атомная масса. Взаимосвязь понятий «протон», «нейтрон», «относительная атомная масса». Изменение числа протонов в ядре атома — образование новых химических элементов. Изменение числа нейтронов в ядре атома — образование изотопов. Современное определение понятия «химический элемент». Изотопы как разновидности атомов одного химического элемента. Электроны. Строение электронных оболочек атомов химических элементов № 1—20 периодической системы Д. И. Менделеева. Понятие о завершенном и незавершенном электронном слое (энергетическом уровне). Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева и строение атомов: физический смысл порядкового номера элемента, номера группы, номера периода. Изменение числа электронов на внешнем электронном уровне атома химического элемента — образование положительных и отрицательных ионов. Ионы, образованные атомами металлов и неметаллов. Причины изменения металлических и неметаллических свойств в периодах и группах.

Образование бинарных соединений. Понятие об ионной связи. Схемы образования ионной связи. Взаимодействие атомов химических элементов-неметаллов между собой — образование двухатомных молекул простых веществ. Ковалентная неполярная химическая связь. Электронные и структурные формулы. Взаимодействие атомов химических

элементов-неметаллов между собой — образование бинарных соединений неметаллов. Электроотрицательность. Понятие о ковалентной полярной связи. Взаимодействие атомов химических элементов-металлов между собой — образование металлических кристаллов. Понятие о металлической связи. Демонстрации. Модели атомов химических элементов. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.

Положение металлов и неметаллов в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Важнейшие простые вещества — металлы: железо, алюминий, кальций, магний, натрий, калий. Общие физические свойства металлов. Важнейшие простые вещества — неметаллы, образованные атомами кислорода, водорода, азота, серы, фосфора, углерода. Способность атомов химических элементов к образованию нескольких простых веществ — аллотропия. Аллотропные модификации кислорода, фосфора и олова. Металлические и неметаллические свойства простых веществ. Относительность деления простых веществ на металлы и неметаллы. Постоянная Авогадро. Количество вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем газообразных веществ. Кратные единицы количества вещества — миллимоль и киломоль, миллимолярная и киломолярная массы вещества, миллимолярный и киломолярный объемы газообразных веществ.

Степень окисления. Определение степени окисления элементов по химической формуле соединения. Составление формул бинарных соединений, общий способ их называния. Бинарные соединения: оксиды, хлориды, сульфиды и др. Составление их формул. Представители оксидов: вода, углекислый газ и негашеная известь. Представители летучих водородных соединений: хлороводород и аммиак. Основания, их состав и названия. Растворимость оснований в воде. Таблица растворимости гидроксидов и солей в воде. Представители щелочей: гидроксиды натрия, калия и кальция. Понятие о качественных реакциях. Индикаторы. Изменение окраски индикаторов в щелочной среде. Кислоты, их состав и названия. Классификация кислот. Представители кислот: серная, соляная и азотная. Изменение окраски индикаторов в кислотной среде. Соли как производные кислот и оснований. Их состав и названия. Растворимость солей в воде. Представители солей: хлорид натрия, карбонат и фосфат кальция. Аморфные и кристаллические вещества. Межмолекулярные взаимодействия. Типы кристаллических решеток: ионная, атомная, молекулярная и металлическая. Зависимость свойств веществ от типов кристаллических решеток. Вещества молекулярного и немоллекулярного строения. Закон постоянства состава для веществ молекулярного строения. Чистые вещества и смеси. Примеры жидких, твердых и газообразных смесей. Свойства чистых веществ и смесей. Их состав. Массовая и объемная доли компонента смеси. Расчеты, связанные с использованием понятия «доля».

Понятие явлений как изменений, происходящих с веществами. Явления, связанные с изменением кристаллического строения вещества при постоянном его составе, — физические явления. Физические явления в химии: дистилляция, кристаллизация, выпаривание и возгонка веществ, центрифугирование. Явления, связанные с изменением состава вещества, — химические реакции. Признаки и условия протекания химических реакций. Понятие об экзо- и эндотермических реакциях. Реакции горения как частный случай экзотермических реакций, протекающих с выделением света. Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения. Значение индексов и коэффициентов. Составление уравнений химических реакций. Расчеты по химическим уравнениям. Решение задач на нахождение количества вещества, массы или объема продукта реакции по количеству вещества, массе или объему исходного вещества. Расчеты с использованием понятия «доля», когда исходное вещество дано в виде раствора с заданной массовой долей растворенного вещества или содержит определенную долю примесей. Реакции разложения. Понятие о скорости химических реакций. Катализаторы. Ферменты.

Реакции соединения. Каталитические и некаталитические реакции. Обратимые и необратимые реакции. Реакции замещения. Электрохимический ряд напряжений металлов, его использование для прогнозирования возможности протекания реакций между металлами и растворами кислот. Реакции вытеснения одних металлов из растворов их солей другими

металлами. Реакции обмена. Реакции нейтрализации. Условия протекания реакций обмена в растворах до конца. Типы химических реакций (по признаку «число и состав исходных веществ и продуктов реакции») на примере свойств воды. Реакция разложения — электролиз воды. Реакции соединения — взаимодействие воды с оксидами металлов и неметаллов. Понятие «гидроксиды». Реакции замещения — взаимодействие воды с щелочными и щелочноземельными металлами. Реакции обмена (на примере гидролиза сульфида алюминия и карбида кальция).

Растворение. Растворы. Растворение как физико-химический процесс. Понятие о гидратах и кристаллогидратах. Растворимость. Кривые растворимости как модель зависимости растворимости твердых веществ от температуры. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Значение растворов для природы и сельского хозяйства. Понятие об электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты. Механизм диссоциации электролитов с различным типом химической связи. Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Основные положения теории электролитической диссоциации. Ионные уравнения реакций. Условия протекания реакции обмена между электролитами до конца в свете ионных представлений. Классификация ионов и их свойства. Кислоты, их классификация. Диссоциация кислот и их свойства в свете теории электролитической диссоциации. Молекулярные и ионные уравнения реакций кислот. Взаимодействие кислот с металлами. Электрохимический ряд напряжений металлов. Взаимодействие кислот с оксидами металлов. Взаимодействие кислот с основаниями — реакция нейтрализации. Взаимодействие кислот с солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств кислот. Основания, их классификация. Диссоциация оснований и их свойства в свете теории электролитической диссоциации. Взаимодействие оснований с кислотами, кислотными оксидами и солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств оснований. Разложение нерастворимых оснований при нагревании. Соли, их классификация и диссоциация различных типов солей. Свойства солей в свете теории электролитической диссоциации. Взаимодействие солей с металлами, условия протекания этих реакций. Взаимодействие солей с кислотами, основаниями и солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств солей. Обобщение сведений об оксидах, их классификации и химических свойствах. Генетические ряды металлов и неметаллов. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

Окислительно-восстановительные реакции. Окислитель и восстановитель, окисление и восстановление. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса. Свойства простых веществ — металлов и неметаллов, кислот и солей в свете представлений об окислительно-восстановительных процессах.

## 9 КЛАСС

Характеристика элемента по его положению в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Свойства оксидов, кислот, оснований и солей в свете теории электролитической диссоциации и процессов окисления-восстановления. Генетические ряды металла и неметалла. Понятие о переходных элементах. Амфотерность. Генетический ряд переходного элемента. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева в свете учения о строении атома. Их значение.

Положение металлов в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Металлическая кристаллическая решетка и металлическая химическая связь. Общие физические свойства металлов. Сплавы, их свойства и значение. Химические свойства металлов как восстановителей. Электрохимический ряд напряжений металлов и его использование для характеристики химических свойств конкретных металлов. Способы получения металлов: пиро-, гидро- и электрометаллургия. Коррозия металлов и способы

борьбы с ней. Общая характеристика щелочных металлов. Металлы в природе. Общие способы их получения. Строение атомов. Щелочные металлы — простые вещества, их физические и химические свойства. Важнейшие соединения щелочных металлов — оксиды, гидроксиды и соли (хлориды, карбонаты, сульфаты, нитраты), их свойства и применение в народном хозяйстве. Калийные удобрения. Общая характеристика элементов главной подгруппы II группы. Строение атомов. Щелочноземельные металлы — простые вещества, их физические и химические свойства. Важнейшие соединения щелочноземельных металлов — оксиды, гидроксиды и соли (хлориды, карбонаты, нитраты, сульфаты и фосфаты), их свойства и применение в народном хозяйстве. Алюминий. Строение атома, физические и химические свойства простого вещества. Соединения алюминия — оксид и гидроксид, их амфотерный характер. Важнейшие соли алюминия. Применение алюминия и его соединений. Железо. Строение атома, физические и химические свойства простого вещества. Генетические ряды  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ . Качественные реакции на  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ . Важнейшие соли железа. Значение железа, его соединений и сплавов в природе и народном хозяйстве.

Общая характеристика неметаллов: положение в периодической системе Д. И. Менделеева, особенности строения атомов, электроотрицательность как мера «неметалличности», ряд электроотрицательности. Кристаллическое строение неметаллов — простых веществ. Аллотропия. Физические свойства неметаллов. Относительность понятий «металл», «неметалл». Водород. Положение в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома и молекулы. Физические и химические свойства водорода, его получение и применение. Общая характеристика галогенов. Строение атомов. Простые вещества, их физические и химические свойства. Основные соединения галогенов (галогеноводороды и галогениды), их свойства. Качественная реакция на хлорид-ион. Краткие сведения о хлоре, бrome, фторе и иоде. Применение галогенов и их соединений в народном хозяйстве. Сера. Строение атома, аллотропия, свойства и применение ромбической серы. Оксиды серы (IV) и (VI), их получение, свойства и применение. Сероводородная и сернистая кислоты. Серная кислота и ее соли, их применение в народном хозяйстве. Качественная реакция на сульфат-ион. Азот. Строение атома и молекулы, свойства простого вещества. Аммиак, строение, свойства, получение и применение. Соли аммония, их свойства и применение. Оксиды азота (II) и (IV). Азотная кислота, ее свойства и применение. Нитраты и нитриты, проблема их содержания в сельскохозяйственной продукции. Азотные удобрения. Фосфор. Строение атома, аллотропия, свойства белого и красного фосфора, их применение. Основные соединения: оксид фосфора (V), ортофосфорная кислота и фосфаты. Фосфорные удобрения. Углерод. Строение атома, аллотропия, свойства аллотропных модификаций, применение. Оксиды углерода (II) и (IV), их свойства и применение. Качественная реакция на углекислый газ. Карбонаты: кальцит, сода, поташ, их значение в природе и жизни человека. Качественная реакция на карбонат-ион. Кремний. Строение атома, кристаллический кремний, его свойства и применение. Оксид кремния (IV), его природные разновидности. Силикаты. Значение соединений кремния в живой и неживой природе. Понятие о силикатной промышленности.

Вещества органические и неорганические, относительность понятия «органические вещества». Причины многообразия органических соединений. Химическое строение органических соединений. Молекулярные и структурные формулы органических веществ.

Метан и этан: строение молекул. Горение метана и этана. Дегидрирование этана. Применение метана. Химическое строение молекулы этилена. Двойная связь. Взаимодействие этилена с водой. Реакции полимеризации этилена. Полиэтилен и его значение.

Понятие о предельных одноатомных спиртах на примерах метанола и этанола. Трехатомный спирт — глицерин. Понятие об альдегидах на примере уксусного альдегида. Окисление альдегида в кислоту. Одноосновные предельные карбоновые кислоты на примере уксусной кислоты. Ее свойства и применение. Стеариновая кислота как представитель жирных карбоновых кислот. Реакции этерификации и понятие о сложных эфирах. Жиры как сложные

эфиры глицерина и жирных кислот. Понятие об аминокислотах. Реакции поликонденсации. Белки, их строение и биологическая роль. Понятие об углеводах. Глюкоза, ее свойства и значение. Крахмал и целлюлоза (в сравнении), их биологическая роль.

Физический смысл порядкового номера элемента в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, номеров периода и группы. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений в периодах и группах в свете представлений о строении атомов элементов. Значение периодического закона. Типы химических связей и типы кристаллических решеток. Взаимосвязь строения и свойств веществ. Классификация химических реакций по различным признакам (число и состав реагирующих и образующихся веществ; тепловой эффект; использование катализатора; направление; изменение степеней окисления атомов). Простые и сложные вещества. Металлы и неметаллы. Генетические ряды металла, неметалла и переходного металла. Оксиды (основные, амфотерные и кислотные), гидроксиды (основания, амфотерные гидроксиды и кислоты) и соли: состав, классификация и общие химические свойства в свете теории электролитической диссоциации и представлений о процессах окисления-восстановления.

Основные направления химизации сельского хозяйства. Растения и почва. Минеральное питание растений. Понятие о почвенном поглощающем комплексе. Удобрения и их классификация. Органические удобрения: сапропель, торф, навоз и др. Минеральные удобрения, их классификация. Важнейшие калийные, азотные и фосфорные удобрения. Микроудобрения. Проблемы выращивания экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Химические средства защиты растений. Пестициды, их классификация, важнейшие представители. Техника безопасности при использовании пестицидов в сельском хозяйстве. Стимуляторы роста и плодоношения растений. Использование веществ в кормовых рационах животных. Химическая мелиорация почв. Известкование. Гипсование. Химизация сельского хозяйства и пути решения продовольственной проблемы. Проблема защиты окружающей среды от веществ, применяемых в сельском хозяйстве.

Основные понятия экологии: среда обитания, экологические факторы, биосфера и ее основные элементы. Человек и биосфера. Уровни экологических проблем: локальный, региональный, глобальный. Взаимосвязь экологии и химии. Связь понятий «химический элемент», «вещество», «химическая реакция» с экологическими понятиями. Природные и антропогенные источники веществ — загрязнителей окружающей среды. Характер воздействия вредных веществ на человека: общетоксическое, раздражающее, аллергическое, с отдаленными последствиями (канцерогенное, мутагенное). Нормирование загрязнений окружающей среды, понятия и критерии нормирования: ЛД<sub>50</sub> (летальная доза), ЛК<sub>50</sub> (летальная концентрация), ПДВ (предельно допустимые выбросы), ВДК (временно допустимые концентрации). Основные источники загрязнения атмосферы и современные способы очистки выбросов (абсорбция, адсорбция, конденсация, катализ).

Источники загрязнения гидросферы и современные способы очистки сточных вод (физические, химические, биологические). Источники загрязнения литосферы, проблема городских и промышленных свалок и пути ее решения. Химические элементы и их соединения в биосфере. Биохимические циклы элементов. Биологическая роль и круговороты важнейших элементов-неметаллов в биосфере: кислорода, серы, азота, фосфора, углерода. Биометаллы — магний, кальций, железо, калий, натрий и их роль в жизнедеятельности организмов. Антропогенные источники тяжелых металлов — меди, ртути, свинца и др., их воздействие на организм и биохимические циклы. Органические вещества в жизни растений, животных и человека. Взаимодействие растений и животных посредством органических веществ (красители, пахучие вещества, феромоны). Токсичность и пути воздействия некоторых органических веществ (спирты, фенолы, альдегиды, анилин, полициклические углеводороды) на организм человека. Нефть, уголь и охрана окружающей среды. Решение задач, упражнений с экологическим содержанием и контролирующих заданий.

## 10 КЛАСС

Предмет органической химии. Сравнение органических соединений с неорганическими. Природные, искусственные и синтетические органические соединения. Валентность. Химическое строение как порядок соединения атомов в молекуле согласно их валентности. Основные положения теории химического строения органических соединений. Понятие о гомологии и гомологах, изомерии и изомерах. Химические формулы и модели молекул в органической химии. Природный газ. Алканы. Природный газ как топливо. Преимущества природного газа перед другими видами топлива. Состав природного газа.

**А л к а н ы:** гомологический ряд, изомерия и номенклатура алканов. Химические свойства алканов (на примере метана и этана): горение, замещение, разложение и дегидрирование. Применение алканов на основе свойств.

**А л к е н ы.** Этилен, его получение (дегидрированием этана и дегидратацией этанола). Химические свойства этилена: горение, качественные реакции (обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия), гидратация, полимеризация. Полиэтилен, его свойства и применение. Применение этилена на основе свойств.

**А л к а д и е н ы и к а у ч у к и.** Понятие об алкадиенах как углеводородах с двумя двойными связями. Химические свойства бутадиена-1,3 и изопрена: обесцвечивание бромной воды и полимеризация в каучуки. Резина.

**А л к и н ы.** Ацетилен, его получение пиролизом метана и карбидным способом. Химические свойства ацетилена: горение, обесцвечивание бромной воды, присоединение хлороводорода и гидратация. Применение ацетилена на основе свойств. Реакция полимеризации винилхлорида. Поливинилхлорид и его применение.

**Б е н з о л.** Получение бензола из гексана и ацетилена. Химические свойства бензола: горение, галогенирование, нитрование. Применение бензола на основе свойств.

**Н е ф т ь.** Состав и переработка нефти. Нефтепродукты. Бензин и понятие об октановом числе.

Единство химической организации живых организмов. Химический состав живых организмов.

**С п и р т ы.** Получение этанола брожением глюкозы и гидратацией этилена. Гидроксильная группа как функциональная. Представление о водородной связи. Химические свойства этанола: горение, взаимодействие с натрием, образование простых и сложных эфиров, окисление в альдегид. Применение этанола на основе свойств. Алкоголизм, его последствия и предупреждение.

Понятие о предельных многоатомных спиртах. Глицерин как представитель многоатомных спиртов. Качественная реакция на многоатомные спирты. Применение глицерина.

**К а м е н н ы й у г о л ь. Ф е н о л.** Коксохимическое производство и его продукция. Получение фенола коксованием каменного угля. Взаимное влияние атомов в молекуле фенола: взаимодействие с гидроксидом натрия и азотной кислотой. Поликонденсация фенола с формальдегидом в фенолоформальдегидную смолу. Применение фенола на основе свойств.

**А л ь д е г и д ы.** Получение альдегидов окислением соответствующих спиртов. Химические свойства альдегидов: окисление в соответствующую кислоту и восстановление в соответствующий спирт. Применение формальдегида и ацетальдегида на основе свойств.

**К а р б о н о в ы е к и с л о т ы.** Получение карбоновых кислот окислением альдегидов. Химические свойства уксусной кислоты: общие свойства с неорганическими кислотами и реакция этерификации. Применение уксусной кислоты на основе свойств. Высшие жирные кислоты на примере пальмитиновой и стеариновой.

**С л о ж н ы е э ф и р ы и ж и р ы.** Получение сложных эфиров реакцией этерификации. Сложные эфиры в природе, их значение. Применение сложных эфиров на основе свойств.

**Жиры** как сложные эфиры. Химические свойства жиров: гидролиз (омыление) и гидрирование жидких жиров. Применение жиров на основе свойств.

**У г л е в о д ы.** Углеводы, их классификация: моносахариды (глюкоза), дисахариды (сахароза) и полисахариды (крахмал и целлюлоза). Значение углеводов в живой природе и в жизни человека.

Глюкоза - вещество с двойственной функцией - альдегидоспирт. Химические свойства глюкозы: окисление в глюконовую кислоту, восстановление в сорбит, брожение (молочнокислородное и спиртовое). Применение глюкозы на основе свойств.

Дисахариды и полисахариды. Понятие о реакциях поликонденсации и гидролиза на примере взаимопревращений: глюкоза полисахарид.

Демонстрации. Окисление спирта в альдегид. Качественная реакция на многоатомные спирты. Коллекция «Каменный уголь и продукты его переработки». Растворимость фенола в воде при обычной температуре и при нагревании. Качественные реакции на фенол. Реакция «серебряного зеркала» альдегидов и глюкозы. Окисление альдегидов и глюкозы в кислоты с помощью гидроксида меди (II). Получение уксусно-этилового и уксусно-изоамилового эфиров. Коллекция эфирных масел. Качественная реакция на крахмал.

**А м и н ы.** Понятие об аминах. Получение ароматического амина - анилина - из нитробензола. Анилин как органическое основание. Взаимное влияние атомов в молекуле анилина: ослабление основных свойств и взаимодействие с бромной водой. Применение анилина на основе свойств.

**А м и н о к и с л о т ы.** Получение аминокислот из карбоновых кислот и гидролизом белков. Химические свойства аминокислот как амфотерных органических соединений: взаимодействие со щелочами, кислотами и друг с другом (реакция поликонденсации). Пептидная связь и полипептиды. Применение аминокислот на основе свойств.

**Б е л к и.** Получение белков реакцией поликонденсации аминокислот. Первичная, вторичная и третичная структуры белков. Химические свойства белков: горение, денатурация, гидролиз и цветные реакции. Биохимические функции белков.

Генетическая связь между классами органических соединений.

Нуклеиновые кислоты. Синтез нуклеиновых кислот в клетке из нуклеотидов. Общий план строения нуклеотида. Сравнение строения и функций РНК и ДНК. Роль нуклеиновых кислот в хранении и передаче наследственной информации. Понятие о биотехнологии и генной инженерии.

**Ф е р м е н т ы.** Ферменты как биологические катализаторы белковой природы. Особенности функционирования ферментов. Роль ферментов в жизнедеятельности живых организмов и народном хозяйстве.

**В и т а м и н ы.** Понятие о витаминах. Нарушения, связанные с витаминами: авитаминозы, гиповитаминозы и гипертитаминозы. Витамин С как представитель водорастворимых витаминов и витамин А как представитель жирорастворимых витаминов.

**Г о р м о н ы.** Понятие о гормонах как гуморальных регуляторах жизнедеятельности живых организмов. Инсулин и адреналин как представители гормонов. Профилактика сахарного диабета.

**Л е к а р с т в а.** Лекарственная химия: от иатрохимии до химиотерапии. Аспирин. Антибиотики и дисбактериоз. Наркотические вещества. Наркомания, борьба с ней и профилактика.

Демонстрации. Разложение пероксида водорода каталазой сырого мяса и сырого картофеля. Коллекция СМС, содержащих энзимы. Испытание среды раствора СМС индикаторной бумагой. Иллюстрации с фотографиями животных с различными формами авитаминозов. Коллекция витаминных препаратов. Испытание среды раствора аскорбиновой кислоты индикаторной бумагой. Испытание аптечного препарата инсулина на белок. Домашняя, лабораторная и автомобильная аптечка.

**И с к у с с т в е н н ы е п о л и м е р ы.** Получение искусственных полимеров, как продуктов химической модификации природного полимерного сырья. Искусственные волокна (ацетатный шелк, вискоза), их свойства и применение.

**Синтетические полимеры.** Получение синтетических полимеров реакциями полимеризации и поликонденсации. Структура полимеров линейная, разветвленная и пространственная. Представители синтетических пластмасс: полиэтилен низкого и высокого давления, полипропилен и поливинилхлорид. Синтетические волокна: лавсан, нитрон и капрон.

## 11 КЛАСС

**Основные сведения о строении атома.** Ядро: протоны и нейтроны. Изотопы. Электроны. Электронная оболочка. Энергетический уровень. Особенности строения электронных оболочек атомов элементов 4-го и 5-го периодов периодической системы Д. И. Менделеева (переходных элементов). Понятие об орбиталях. s- и p-орбитали. Электронные конфигурации атомов химических элементов.

**Периодический закон Д. И. Менделеева в свете учения о строении атома.** Открытие Д. И. Менделеевым периодического закона.

**Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева - графическое отображение периодического закона.** Физический смысл порядкового номера элемента, номера периода и номера группы. Валентные электроны. Причины изменения свойств элементов в периодах и группах (главных подгруппах).

**Положение водорода в периодической системе.** Значение периодического закона и периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева для развития науки и понимания химической картины мира.

**Ионная химическая связь.** Катионы и анионы. Классификация ионов. Ионные кристаллические решетки. Свойства веществ с этим типом кристаллических решеток.

**Ковалентная химическая связь.** Электроотрицательность. Полярная и неполярная ковалентные связи. Диполь. Полярность связи и полярность молекулы. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Молекулярные и атомные кристаллические решетки. Свойства веществ с этими типами кристаллических решеток.

**Металлическая химическая связь.** Особенности строения атомов металлов. Металлическая химическая связь и металлическая кристаллическая решетка. Свойства веществ с этим типом связи.

**Водородная химическая связь.** Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Значение водородной связи для организации структур биополимеров.

**Полимеры.** Пластмассы: термопласты и реактопласты, их представители и применение. Волокна: природные (растительные и животные) и химические (искусственные и синтетические), их представители и применение.

**Газообразное состояние вещества.** Три агрегатных состояния воды. Особенности строения газов. Молярный объем газообразных веществ.

**Примеры газообразных природных смесей:** воздух, природный газ. Загрязнение атмосферы (кислотные дожди, парниковый эффект) и борьба с ним.

**Представители газообразных веществ:** водород, кислород, углекислый газ, аммиак, этилен. Их получение, собирание и распознавание.

**Жидкое состояние вещества.** Вода. Потребление воды в быту и на производстве. Жесткость воды и способы ее устранения.

**Минеральные воды, их использование в столовых и лечебных целях.**

**Жидкие кристаллы и их применение.**

**Твердое состояние вещества.** Аморфные твердые вещества в природе и в жизни человека, их значение и применение. Кристаллическое строение вещества.

**Дисперсные системы.** Понятие о дисперсных системах. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем в зависимости от агрегатного состояния дисперсной среды и дисперсионной фазы.



Грубодисперсные системы: эмульсии, суспензии, аэрозоли.

Тонкодисперсные системы: гели и золи.

С о с т а в в е щ е с т в а и с м е с е й. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Закон постоянства состава веществ.

Понятие «доля» и ее разновидности: массовая (доля элементов в соединении, доля компонента в смеси - доля примесей, доля растворенного вещества в растворе) и объемная. Доля выхода продукта реакции от теоретически возможного.

Р е а к ц и и, и д у щ и е б е з и з м е н е н и я с о с т а в а в е щ е с т в. Аллотропия и аллотропные видоизменения. Причины аллотропии на примере модификаций кислорода, углерода и фосфора. Озон, его биологическая роль.

Изомеры и изомерия.

Р е а к ц и и, и д у щ и е с и з м е н е н и е м с о с т а в а в е щ е с т в. Реакции соединения, разложения, замещения и обмена в неорганической и органической химии. Реакции экзо- и эндотермические. Тепловой эффект химической реакции и термохимические уравнения. Реакции горения, как частный случай экзотермических реакций.

С к о р о с т ь х и м и ч е с к о й р е а к ц и и.

Скорость химической реакции. Зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ, концентрации, температуры, площади поверхности соприкосновения и катализатора. Реакции гомо- и гетерогенные. Понятие о катализе и катализаторах. Ферменты как биологические катализаторы, особенности их функционирования.

О б р а т и м о с т ь х и м и ч е с к и х р е а к ц и й. Необратимые и обратимые химические реакции. Состояние химического равновесия для обратимых химических реакций. Способы смещения химического равновесия на примере синтеза аммиака. Понятие об основных научных принципах производства на примере синтеза аммиака или серной кислоты.

Р о л ь в о д ы в х и м и ч е с к о й р е а к ц и и. Истинные растворы. Растворимость и классификация веществ по этому признаку: растворимые, малорастворимые и нерастворимые вещества.

Электролиты и неэлектролиты. Электролитическая диссоциация. Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации.

Химические свойства воды; взаимодействие с металлами, основными и кислотными оксидами, разложение и образование кристаллогидратов. Реакции гидратации в органической химии.

Г и д р о л и з о р г а н и ч е с к и х и н е о р г а н и ч е с к и х с о е д и н е н и й. Необратимый гидролиз. Обратимый гидролиз солей.

Гидролиз органических соединений и его практическое значение для получения гидролизного спирта и мыла. Биологическая роль гидролиза в пластическом и энергетическом обмене веществ и энергии в клетке.

О к и с л и т е л ь н о - в о с с т а н о в и т е л ь н ы е р е а к ц и и. Степень окисления. Определение степени окисления по формуле соединения. Понятие об окислительно-восстановительных реакциях. Окисление и восстановление, окислитель и восстановитель.

Э л е к т р о л и з. Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Электролиз расплавов и растворов на примере хлорида натрия. Практическое применение электролиза. Электролитическое получение алюминия.

М е т а л л ы. Взаимодействие металлов с неметаллами (хлором, серой и кислородом). Взаимодействие щелочных и щелочноземельных металлов с водой. Электрохимический ряд напряжений металлов. Взаимодействие металлов с растворами кислот и солей. Аллюминотермия. Взаимодействие натрия с этанолом и фенолом.

Коррозия металлов. Понятие о химической и электрохимической коррозии металлов. Способы защиты металлов от коррозии.

Н е м е т а л л ы. Сравнительная характеристика галогенов как наиболее типичных представителей неметаллов. Окислительные свойства неметаллов (взаимодействие с

металлами и водородом). Восстановительные свойства неметаллов (взаимодействие с более электроотрицательными неметаллами и сложными веществами-окислителями).

**Кислоты неорганические и органические.** Классификация кислот. Химические свойства кислот: взаимодействие с металлами, оксидами металлов, гидроксидами металлов, солями, спиртами (реакция этерификации). Особые свойства азотной и концентрированной серной кислоты.

**Основания неорганические и органические.** Основания, их классификация. Химические свойства оснований: взаимодействие с кислотами, кислотными оксидами и солями. Разложение нерастворимых оснований.

**Соли.** Классификация солей: средние, кислые и основные. Химические свойства солей: взаимодействие с кислотами, щелочами, металлами и солями. Представители солей и их значение. Хлорид натрия, карбонат кальция, фосфат кальция (средние соли); гидрокарбонаты натрия и аммония (кислые соли); гидроксокарбонат меди (II) - малахит (основная соль).

Качественные реакции на хлорид-, сульфат-, и карбонат-анионы, катион аммония, катионы железа (II) и (III).

**Генетическая связь между классами неорганических и органических соединений.** Понятие о генетической связи и генетических рядах. Генетический ряд металла. Генетический ряд неметалла. Особенности генетического ряда в органической химии.

## 7. Образец вопросов по фундаментальной и прикладной химии

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет  
им. М.К. Аммосова»

Фундаментальная и прикладная химия (пример)

Время начала собеседования

Разработано

\_\_\_\_\_ А.А. Охлопкова  
Председатель предметной комиссии по химии

Время окончания собеседования

Утверждено

\_\_\_\_\_ Е.И. Михайлова  
Председатель Приемной комиссии СВФУ

### БИЛЕТ №1

1. Окислительно-восстановительные реакции. Процессы восстановления и окисления. Восстановители и окислители.

2. Спирты. Их классификация, изомерия, номенклатура. Электронное строение молекулы этилового спирта. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов, способы их получения, физические и химические свойства, применение. Многоатомные спирты, способы их получения, химические свойства и применение.

3. Производство аммиака

Примерные ответы:

#### 1. Окислительно-восстановительные реакции. Процессы восстановления и окисления. Восстановители и окислители. (30 баллов)

Окислительно-восстановительные реакции происходят с изменением степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ. При окислении веществ степень окисления элементов возрастает, при восстановлении - понижается.

Первоначально окислением называли только реакции веществ с кислородом, восстановлением - отнятие кислорода. С введением в химию электронных представлений понятие окислительно-восстановительных реакций было распространено на реакции, в которых кислород не участвует.

В неорганической химии окислительно-восстановительные реакции (ОВР) формально могут рассматриваться как перемещение электронов от атома одного реагента (восстановителя) к атому другого (окислителя), например:

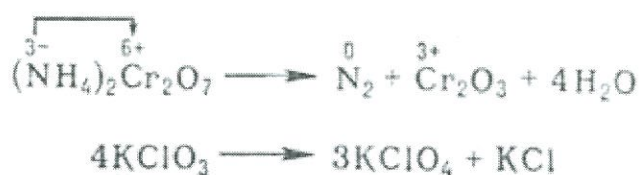


При этом окислитель восстанавливается, а восстановитель - окисляется. При протекании реакций в гальваническом элементе переход электронов осуществляется по проводнику, соединяющему электроды элемента, и изменение энергии Гиббса  $\Delta G$  в данной реакции может быть превращено в полезную работу. В отличие от реакций ионного обмена

окислительно-восстановительные реакции (ОВР) в водных растворах протекают, как правило, не мгновенно.

При **окислительно-восстановительных реакциях** атомы в высшей степени окисления являются только окислителями, в низшей - только восстановителями; атомы в промежуточной степени окисления в зависимости от типа реакции и условий ее протекания могут быть окислителями или восстановителями. Многие окислительно-восстановительные реакции (ОВР) – каталитические.

По формальным признакам окислительно-восстановительные реакции (ОВР) разделяют на межмолекулярные (например,  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ) и внутримолекулярные, например:



Последняя реакция представляет собой самоокисление-самовосстановление, окислительно-восстановительные реакции часто сопровождаются высоким энерговыделением, поэтому их используют для получения теплоты или электрической энергии. Наиболее энергичные окислительно-восстановительные реакции (ОВР) протекают при взаимодействии восстановителей с окислителями в отсутствие растворителя; в растворах такие реакции могут быть невозможны вследствие окислительно-восстановительного взаимодействия одного или обоих реагентов с растворителем. Так, в водном растворе нельзя непосредственно провести реакцию  $2\text{Na} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{NaF}$ , поскольку натрий и фтор бурно взаимодействуют с водой. На окислительно-восстановительные свойства ионов сильно влияет комплексообразование, например: комплекс  $[\text{Co}^{2+}(\text{CN})_6]^{4-}$ , в отличие от гидратированного иона  $\text{Co}^{2+}$ , является сильным восстановителем.

В случае окислительно-восстановительных реакций в органической химии использование обобщенной концепции окисления-восстановления и понятия о степени окисления часто малопродуктивно, особенно при незначительно полярности связей между атомами, участвующими в реакции. В органической химии окисление рассматривают обычно как процесс, при котором в результате перехода электронов от органического соединения к окислителю возрастает число (или кратность) кислородсодержащих связей (C — O, N — O, S — O и т.п.) либо уменьшается число водородсодержащих связей (C — H, N — H, S — H и т.п.), например:  $\text{RCHO} \rightarrow \text{RCOOH}$ ;  $\text{R}_2\text{CHCHR}_2 \rightarrow \text{R}_2\text{C}=\text{CR}_2$ . При восстановлении органических соединений в результате приобретения электронов происходят обратные процессы, например:  $\text{R}_2\text{CO} \rightarrow \text{R}_2\text{CH}_2$ ;  $\text{RSO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{RSO}_2\text{H}$ .

Используют также подход, при котором атомам С в молекуле приписывают различные степени окисления в зависимости от числа связей, образованных с элементом более электроотрицательным, чем водород. В этом случае функциональные производные можно расположить в порядке возрастания их степени окисления. Так, насыщенные углеводороды относят к нулевой группе (приблизительная степень окисления — 4),  $\text{R}_2\text{C}=\text{CR}_2$ ,  $\text{ROH}$ ,  $\text{RCl}$  и  $\text{RNH}_2$  - к первой (- 2),  $\text{RC}\equiv\text{CR}$ ,  $\text{R}_2\text{CO}$  и  $\text{R}_2\text{CCl}_2$  - ко второй (0),  $\text{RCOOH}$ ,  $\text{RC}\equiv\text{CCl}$ ,  $\text{RCONH}_2$  и  $\text{RCCl}_3$  - к третьей (+2),  $\text{RCN}$ ,  $\text{CCl}_4$  и  $\text{CO}_2$  - к четвертой (+4). Тогда окисление - процесс, при котором соединение переходит в более высокую категорию, а восстановление - обратный процесс.

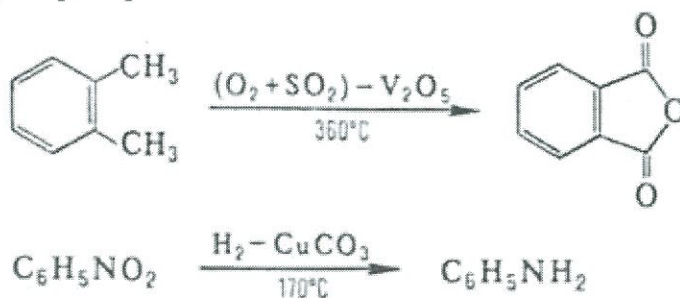
Механизмы окислительно-восстановительных реакций весьма разнообразны; реакции могут протекать как по гетеролитическому, так и по гомолитическому механизму. Во многих случаях начальная стадия реакции - процесс одноэлектронного переноса. Окисление обычно протекает по положениям с наибольшей электронной плотностью, восстановление - по положениям, где электронная плотность минимальна.

В органической химии используют широкий ряд восстановителей и окислителей, что позволяет выбрать реагент, обладающий селективностью (т.е. способностью действовать

избирательно на определенные функциональные группы), а также получать продукты в требуемой степени окисления. Например, борогид Na восстанавливает кетоны или альдегиды до спиртов, не реагируя с амидами и сложными эфирами;  $\text{LiAlH}_4$  восстанавливает все эти соединения до спиртов. Среди окислителей высокой селективностью обладают, например, комплекс  $\text{CrO}_3$  с пиридином, с высоким выходом окисляющий спирты в кетоны, не затрагивая кратные связи  $\text{C}=\text{C}$ , а также  $\text{SeO}_2$ , окисляющий кетоны и альдегиды до  $\alpha$ -дикарбонильных соединений.

Селективность окислительно-восстановительных реакций может быть обеспечена и в каталитических процессах; например, в зависимости от катализатора и условий реакций ацетиленовые углеводороды можно селективно гидрировать до этиленовых или насыщенных углеводородов. Электрохимическое восстановление  $\text{CO}_2$  до  $\text{CO}$  в водной среде в присутствии никелевого комплекса 1,4,8,11-тетраазапентадекана позволяет проводить желаемый процесс при более низких потенциалах и одновременно подавлять электролиз воды с образованием  $\text{H}_2$ . Эта реакция имеет ключевое значение для превращения  $\text{CO}_2$  через  $\text{CO}$  в разнообразные органические вещества.

Каталитические окислительно-восстановительные реакции (ОВР) играют важную роль в промышленности, например:



Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) широко распространены в природе и используются в технике. В основе жизни лежат окислительно-восстановительные реакции (ОВР), происходящие при *фотосинтезе*, дыхании, транспорте электронов; они же обеспечивают основную часть энергопотребления человечества за счет сжигания органического топлива. Получение металлов, извлечение энергии взрыва основано на окислительно-восстановительных реакциях.



## 2. Спирты. Их классификация, изомерия, номенклатура. Электронное строение молекулы этилового спирта. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов, способы их получения, физические и химические свойства, применение. Многоатомные спирты, способы их получения, химические свойства и применение. (30 баллов)

Спирты (алкоголи), органические соединения, содержащие в молекуле одну или несколько гидроксильных групп  $\text{OH}$  у насыщ. атомов углерода. По количеству этих групп различают одно- (иногда термин "алкоголи" относят только к одноатомным спиртам), двух- (гликоли), трех- (глицерины) и многоатомные спирты. Спирты, содержащие две группы  $\text{OH}$  у одного атома углерода (гем-диолы), как правило, неустойчивы. Некоторые из этих соед., например стабилизированные внутримол. водородными связями, стабильны. С. могут содержать  $\text{Hal}$ , группы  $\text{NH}_2$ ,  $\text{CHO}$  и  $\text{CO}$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{CN}$  (соотв. галогенспирты, аминокспирты, оксиальдегиды и оксикетоны, оксикислоты, оксинитрилы). Алифатические спирты могут быть первичными  $\text{RCH}_2\text{OH}$ , вторичными  $\text{RR}'\text{CHOH}$  и третичными  $\text{RR}'\text{R}''\text{COH}$ . Соед. с группой  $\text{OH}$  при двойной связи относят к енолам, а при углеродеароматич. кольца-к фенолам.

По номенклатуре ИЮПАК, название спиртов производят прибавлением к назв. соответствующего углеводорода суффикса "ол" либо префикса "гидрокси" для соед. со смешанными ф-циями или в случае, когда группа  $\text{OH}$  находится в боковой цепи, например:

HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>2</sub>OH)CH<sub>2</sub>OH наз. 2-гидроксиметил-1,4-бутандиол. Многие спирты имеют тривиальные назв. (см. табл.).

СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ СПИРТОВ

Формула	ИЮПАК	Название тривиальное	Мол. м.	Т. пл., °С	Т. кип., °С	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$
CH <sub>3</sub> OH	Метанол	Метиловый спирт	32,04	-93,9	64,5	0,7914	1,3288
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Этанол	Этиловый спирт	46,07	-114,15	78,19	0,7893	1,3613
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	2-Пропанол	Изопропиловый спирт	60,1	-89,5	82,4	0,7855	1,3776
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCONH <sub>2</sub>	2-Метил-2-пропанол	трет-Бутиловый спирт	74,12	25,5	82,5	0,7887	1,3954
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	3-Метил-1-бутанол	Изоамиловый спирт	88,15	-117,2	131,4	0,8120	1,4078
CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> OH	2-Прен-1-ол	Аллиловый спирт	58,08	-129	96,9	0,852	1,4133
CH <sub>2</sub> =C(CH <sub>3</sub> )OH	2-Прен-1-ол	Пропартиловый спирт	56,06	-48	113,6	0,9485	1,4322
HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	1,2-Этандиол	Этиленгликоль, гликоль	62,07	-11,5	197,6	1,116	1,4316
(C(CH <sub>3</sub> )OH) <sub>4</sub>	2,2-бис(Гидроксиметил)-1,3-пропандиол	Пентаэритрит	136,15	268-269	276*	1,394	1,5590
	Циклогексанол	Циклогексильный спирт, гексагидрофенол	100,16	25,15	161,1	0,9416	1,4648
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> OH	Бензиловый спирт	Бензиловый спирт	108,14	-15,3	205,0	1,0419	1,5306
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	2-Фенилэтанол	Фенилэтиловый спирт	122,17	-27,0	218,2	1,0202	1,5325
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> OH	3-Фенил-2-пропен-1-ол	Коричный спирт, β-фенилаллиловый спирт	134,18	34	256-258	1,0440	1,5519
	2-Гидроксиметилфуран	Фуруриловый спирт	98,10	—	155	1,1319	1,5324

\* При 30 °С.

В природе спирты встречаются в виде сложных эфиров (жиры, воски, эфирные масла) и в своб. состоянии. Так, 3-гексенол (т. наз. спирт листьев) содержится в зеленых листьях и фруктах, эфирных маслах, бензиловый спирт - в жасминном масле, а фенетиловый спирты - в розовом масле.

Свойства. спирты - жидкости или твердые вещества, хорошо раств. во мн. орг. растворителях. Низшие алифатические спирты раств. в воде; высшие алифатич. и арилаллифатические спирты плохо раств. в воде.

Алифатич. спирты C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> обладают характерным алкогольным запахом, C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> сладковатым удушливым запахом, высшие алифатические спирты без запаха, арилаллифатические спирты и терпеноиды, содержащие группу OH, с фруктово-цветочным запахом.

Атом кислорода гидроксильной группы имеет sp<sup>3</sup>-гибридизацию. Средние длины связей 0,143 нм (C—O) и 0,091 нм (O—H). Обе связи полярны. Полярностью группы OH и ее способностью образовывать водородные связи объясняют относительно высокие значения температур кипения и диэлектрич. проницаемости спиртов.

В ИК спектрах спиртов характеристич. полосы поглощения лежат в области 3580-3670 см<sup>-1</sup> (своб. группа OH), 3450-3550 см<sup>-1</sup> (внутримол. ассоциаты), 3200-3400 см<sup>-1</sup> (межмол. ассоциаты). В УФ и видимой областях спектра группа OH не поглощает. В спектрах ПМР хим. сдвиг группы OH δ 0,5-5,5 м. д., мультиплетность сигнала зависит от характера спиртов: первичные спирты дают триплет, вторичные-дублет, третичные-синглет. Группа OH обладает отрицат. индукционным и положит. мезомерным эффектами: константа Тафта s\* 1,55, константы Гаммета s<sub>мета</sub> 0,121, s<sub>пара</sub> - 0,37, σ<sub>пара</sub><sup>+</sup> -0,853.

Подобно воде, спирты проявляют амфотерные свойства. Величина pK<sub>a</sub> (вода, 25 °С) для CH<sub>3</sub>OH 15,1, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 15,9, (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COH ≥ 19, (CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COH 5,4.

Большинство реакций спиртов протекает с разрывом связей O—H или C—O. Для C. характерны также реакции, в которых участвуют α-Н-атом (окисление), β-Н-атом (дегидратация). или δ-Н-атом (окислит. циклизация).

Со щелочными, щел.-зем. и др. металлами спирты образуют алкоголяты, например:



Р-ция с сильными минер. кислотами приводит либо к эфирам этих кислот (избыток кислоты), либо к простым эфирам (избыток спирта), например:

